

⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑩ DE 195 22 269 A 1

⑤① Int. Cl. 6:
G 01 M 17/02
G 01 L 1/18
G 01 P 3/44
// G 01 L 9/08

②① Aktenzeichen: 195 22 269.5
②② Anmeldetag: 20. 8. 95
②③ Offenlegungstag: 2. 1. 97

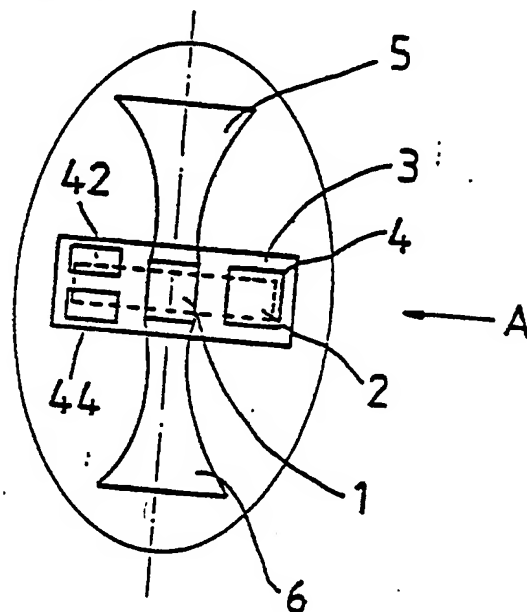
DE 195 22 269 A 1

⑦① Anmelder:
Continental Aktiengesellschaft, 30165 Hannover, DE

⑦② Erfinder:
Oldenettel, Holger, Dipl.-Ing., 30828 Garbsen, DE

⑤④ Vorrichtung zum Ermitteln und Aufaddieren der Umdrehungen eines Reifens

⑤⑦ Eine Vorrichtung zum Ermitteln und Aufaddieren der Umdrehungen eines Reifens, insbesondere eines Kraftfahrzeugreifens besteht im wesentlichen aus einem piezoelektrischen Element (1) als Sensor für die Reifenumdrehung, einem damit in Wirkverbindung stehenden, mindestens eine Zähleinheit (42), eine Steuereinheit (43) und eine Speichereinheit (44) aufweisenden Schaltkreis (4), und das piezoelektrische Element (1) weist in Kraftaufnehmerichtung zwei sich gegenüberliegende Verlängerungen (5, 6; 15, 16) auf. Diese Vorrichtung kann als elektronischer Kilometerzähler für Fahrzeugreifen eingesetzt werden. Sie kommt ohne eigene Energieversorgung aus. Die einzelnen Reifenumdrehungen werden in dem Zähler aufgespeichert und können durch eine bekannte Ausleseeinheit von außen abgelesen werden.



DE 195 22 269 A 1

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Ermitteln und Aufaddieren der Umdrehungen eines Reifens und einen mit der Vorrichtung ausgerüsteten Reifen. Bei der Berechnung der Wirtschaftlichkeit eines Fahrzeugreifens ist neben dem Wissen über seine Abnutzungerscheinungen und seinen Rollwiderstand insbesondere seine Lebenserwartung, also seine Laufleistung in Kilometern und seine Runderneuerungsfähigkeit von Interesse. Hierzu ist es wünschenswert, eine manipulationssichere und zuverlässige Einrichtung zur Ermittlung der Laufleistung jedes einzelnen Reifens zur Verfügung zu haben.

Die DE-OS 30 44 149 offenbart einen im Fahrzeugreifen angebrachten Umdrehungszähler, der die Anzahl der Umdrehungen mit einem als Folie ausgeführten piezoelektrischen Sensor erfaßt und in einem Zählregister speichert. Die Daten werden durch ein kontaktloses Interface nach außen übertragen. Dieser Umdrehungszähler benötigt zur Energieversorgung seiner Komponenten eine Batterie.

Die im Inneren des Reifens vorgesehene Batterie bildet zusätzlich eine Unwucht, die mit entsprechendem Aufwand ausgeglichen werden muß.

Insbesondere LKW-Reifen sind für eine lange Zeit im Einsatz, so daß die Batterie eine hohe Lebensdauer haben muß, um die Funktionsfähigkeit des Umdrehungszählers über die gesamte Laufzeit sicherzustellen.

Neben einer hohen Lebensdauer muß eine solche Batterie auch in einem weiten Temperaturbereich einsetzbar sein, da Umdrehungen des Reifens sowohl bei tiefsten Außentemperaturen im Winter, wenn das Fahrzeug gerade in Betrieb genommen wird, als auch bei hochsommerlichen Außentemperaturen, nachdem das Fahrzeug bereits mehrere Stunden mit hoher Geschwindigkeit im Einsatz ist, sicher erfaßt werden müssen. Diese Anforderungen führen zu teuren und entsprechend vulominösen Ausführungen, die allenfalls für den labormäßigen Versuch, keinesfalls jedoch im täglichen Einsatz verwendbar sind.

Aus der US-PS 4,246,567 ist eine Vorrichtung zur Erfassung zu niedrigen Luftdrucks oder übermäßiger Erwärmung in einem Luftreifen bekannt, die mit einem piezoelektrischen Element und einem damit verbundenen Schaltkreis arbeitet. Das Piezoelement ist im Inneren des Reifens vorgesehen und befindet sich in einem Abstand zur Reifenaufstandsfläche. Sinkt der Luftdruck zu weit ab, wird die Reifenaufstandsfläche entsprechend weit verformt, so daß der Reifen im Bereich der Aufstandsfläche an das piezoelektrische Element anstößt und hierdurch ein Spannungssignal zur Erzeugung eines Alarms oder ähnlichem erzeugt wird. Zwischen dem Piezoelement und der Reifenaufstandsfläche ist außerdem eine Wachsplatte vorgesehen, die sich bei steigender Temperatur im Reifen ausdehnt. Der Abstand der Wachsplatte zur Reifenaufstandsfläche ist so gewählt, daß eine Temperaturerhöhung im unkritischen Bereich zu einer Ausdehnung führt, bei der die Platte nicht die Innenseite des Reifens kontaktiert. Eine zu hohe Temperatur im Reifeninneren führt zu einer erhöhten Ausdehnung bis zur Reifenaufstandsfläche und über diese Wachsplatte wird wie bereits erläutert das Piezoelement durch den Reifen kontaktiert. Für eine Verwendung als Umdrehungszähler ist diese Vorrichtung nicht geeignet, da sie im äußeren Radius des Reifens angeordnet sein muß und damit zu einer nicht mehr tolerierbaren Unwucht führt.

Von dieser Problemstellung ausgehend soll eine Vorrichtung zum Ermitteln und Aufaddieren der Umdrehungen eines Reifens geschaffen werden, die als elektronischer Kilometer-Zähler eine sichere Erkenntnis über die tatsächliche Laufleistung eines Reifens ermöglicht.

Zur Problemlösung wird eine im wesentlichen aus einem piezoelektrischen Element als Sensor für die Reifenumdrehung und, einem damit in Wirkverbindung stehenden, mindestens eine Zähleinheit, eine Steuereinheit und eine Speichereinheit aufweisenden Schaltkreis bestehende Vorrichtung vorgeschlagen, bei der das piezoelektrische Element in Kraftaufnahmerrichtung zwei sich gegenüberliegende Verlängerungen aufweist.

Die Verlängerungen können als Arme ausgebildet sein oder von einem Körper gebildet werden, in den das piezoelektrische Element eingelegt ist.

Das Piezoelement liefert die vollständige Energieversorgung der einzelnen Komponenten der Vorrichtung. Durch die als Hebelarme wirkenden Verlängerungsarme werden kleine Kräfte, die aus der Verformungsarbeit des Reifens beim Drehen resultieren, verstärkt in das piezoelektrische Element eingeleitet, wodurch eine entsprechend hohe Spannung erzeugt werden kann, die zur Energieversorgung ausreichend ist. Gleichzeitig kann das Piezoelement aber auch sehr klein ausgebildet sein und in einem Bereich möglichst dicht an der Felge angeordnet werden, in dem zwar die Reifenverformung gering aber auch der Einfluß der Gesamtvorrichtung auf die Rundlaufeigenschaften des Reifens vernachlässigbar ist. Da die Energieversorgung direkt vom Piezoelement stammt, ist die Einsetzbarkeit quasi unbeschränkt, so daß insbesondere eine Verwendung in Lkw-Reifen mit entsprechend hoher Laufleistung angebracht ist.

Die Verlängerungsarme laufen an ihren vom Piezoelement wegweisenden Enden vorzugsweise in Richtung der Trägerkeramik aus. Dadurch ist es möglich, die Verlängerungsarme der Innenkontur des Reifens anzupassen, so daß die Krafteinleitung bzw. Weiterleitung auf das Piezoelement optimiert wird. Vorzugsweise bestehen die Verlängerungsarme aus Blech.

Wenn die Verlängerungen von einem Körper gebildet werden, weist der Körper vorzugsweise einen trapezförmigen Querschnitt auf. Die Verlängerungen entsprechen dabei einem dreieckförmigen Querschnitt und bilden je einen Keil, an deren stumpfen Seite das piezoelektrische Element schwebend im Körper befestigt ist. Bei einem solchen Aufbau werden nicht die Druck- und Spannungen im Reifen ausgenutzt, sondern die Biegung der Innenschicht des Reifens. Durch die trapezförmige Konstruktion und die schwebende Aufhängung des piezoelektrischen Elementes erzeugt bereits eine geringe Biegung des Körpers, das heißt eine geringe Reifenverformung, hohe Kräfte bzw. Spannungen in dem piezoelektrischen Element. Für eine besonders effektive Ausnutzung der Piezokeramik sollte das piezoelektrische Element stabförmig mit geringem Querschnitt ausgebildet sein, damit bereits geringe Kräfte hohe Spannungen erzeugen.

Vorteilhaft ist auch ein steifer Grundkörper aus einem Kunststoff mit hohem Modul, der hart ist, und damit Verformungen des Reifens auch wirklich als Biegekräfte an das piezoelektrische Element gelangen und nicht durch Verformung des Grundkörpers aufgefangen werden.

Insbesondere vorteilhaft ist es, wenn die Vorrichtung in der Nähe des Wendepunktes zwischen Wulst, und Seitenwand im Inneren des Reifens angeordnet wird.

Die Verlängerungsarme laufen dann in der Form des Wulstes bzw. der Seitenwand und das piezoelektrische Element ist an dem im Übergang gerade ausgebildeten Bereich (Wendepunkt) sicher verkleb- oder einheißbar. Der Piezostab ist dabei in radialer Richtung auszurichten. Dabei werden Biegeverformungen des Wulst/Seitenwandbereiches des Reifens beim Durchlaufen der Aufstandsfläche ausgenutzt. Denkbar ist aber auch ein Einbau der Vorrichtung im Bereich des Laufstreifens, wobei dann die Keramik in Umfangsrichtung liegen müßte. Bei dieser Anordnung wird die Verformung des Laufstreifens beim Durchlaufen der Aufstandsfläche ausgenutzt.

Mit jeder Radumdrehung wird über das resultierende Spannungssignal des Piezoelementes die Zählleinheit aktiviert und der Speicher um eins erhöht. Aus der Anzahl der Umdrehungen kann die tatsächliche Laufleistung des Reifens ermittelt werden, wobei die Daten des Speichers von außen drahtlos mit einem Lesegerät abgerufen werden können. Derartige Geräte werden bereits am Markt angeboten. Die notwendige Energie beim Lese- oder Schreibvorgang wird über eine elektromagnetische Kopplung eingebracht, so daß zum Ablesen die im Reifen angebrachte Elektronik nicht über eine eigene Energiequelle zu verfügen braucht. Für die Ausgestaltung der elektronischen Schaltung wird im übrigen auf die DE 44 02 136 verwiesen.

Mit Hilfe einer Zeichnung sollen zwei Ausführungsbeispiele der Erfindung nachfolgend näher erläutert werden. Es zeigt

Fig. 1 eine erste erfindungsgemäße Vorrichtung in der Draufsicht;

Fig. 1a die Seitenansicht der erfindungsgemäßen Vorrichtung gemäß Sichtpfeil A nach Fig. 1,

Fig. 2 ein Blockschaltbild mit den Funktionseinheiten des Systems,

Fig. 3 die schematische Teildarstellung eines Reifens im Schnitt,

Fig. 4 den Längsschnitt eines weiteren Ausführungsbeispiels der Erfindung,

Fig. 4a die Draufsicht der Vorrichtung gemäß Sichtpfeil B nach Fig. 4,

Fig. 5 ein Funktionsprinzipbild der erfindungsgemäßen Vorrichtung nach Fig. 4.

Wie den Fig. 1 und 1a entnehmbar ist, ist das piezoelektrische Element 1 mit zwei sich gegenüberliegenden Verlängerungsarmen 5, 6 versehen, die in Kraftaufnahmerrichtung verlaufen. Das piezoelektronische Element 1 wirkt in bekannter Weise mit der Spule 2 und der Trägerkeramik 3 zusammen. Ein elektronischer Schaltkreis 4 weist eine Zählereinheit 42, eine Steuereinheit 43 und eine Speichereinheit 44 auf.

Die Verlängerungsarme 5, 6 sind seitliche Ausläufer aus Blech, die die Piezokeramik verlängern und auf der Innenseite des Reifens 11 im Übergang des den Kern 10 tragenden Wulstes 12 zur Seitenwand 13 aufgeklebt sind. Da die Bleche wesentlich steifer sind als das umgebende Gummi, konzentrieren sie die Druckspannungen auf das piezoelektrische Element 1, so daß dort höhere Spannungen entstehen. Die Durchbiegung des Reifens beim Einfedern wird zur Erzeugung der benötigten Energie eingesetzt. Das beim Einfedern entstehende Signal ist proportional des Federweges des Reifens und könnte auch zum Erkennen von Minderluftdruck benutzt werden.

Über die Verlängerungsarme 5, 6 werden in das Piezoelement 1 sowohl Druck- als auch Biegespannungen eingeleitet. Anstelle einer druckempfindlichen Keramik

kann deshalb auch eine Biegekeramik eingesetzt werden. Durch eine entsprechende konstruktive Ausbildung der Verlängerungsarme 5, 6 kann erreicht werden, daß diese bei einer Überlastung — die beispielsweise durch zu starke Einfederung des Reifens auftritt — einknicken und dadurch eine Beschädigung des piezoelektrischen Elements 1 verhindert wird.

Das in den Fig. 4 bis 5 gezeigte weitere Ausführungsbeispiel der Erfindung zeichnet sich dadurch aus, daß das piezoelektrische Element 1 in einem Körper 17 aufgenommen ist, der in der Draufsicht eine rechteckige Form aufweist und im Längs-Querschnitt trapezförmig ausgebildet ist. Der Körper 17 weist eine mittige Ausnehmung 18 auf, die der Länge des piezoelektrischen Elements 1 entspricht. Diese Ausnehmung ist so tief in dem Körper 17 über dessen volle Breite B_K vorgesehen, daß eine flexible Verbiegung des Körpers 17 möglich ist. Hierzu sind die Verlängerungen 15, 16 zu ihren äußeren Seiten hin im Querschnitt geringer ausgebildet. Die keilförmige Ausbildung der Enden 15, 16 bewirkt, daß das piezoelektrische Element 1 an den stumpfen Seiten der Verlängerungen 15, 16 befestigt werden kann und somit die Ausnehmung 18 überbrückt. Die Oberseite des piezoelektrischen Elementes 1 schließt mit der oberen Kante der stumpfen Seiten der Verlängerungen 15, 16 ab. Der Körper 17 kann auf die Innenschicht des Reifens 11 aufvulkanisiert oder nachträglich eingeklebt werden. Als Einbaulage ist der Übergang zwischen Wulst 12 und Seitenwand 13 möglich. Dabei ist das piezoelektrische Element 1, das stabförmig mit einem möglichst geringen Querschnitt mit der Breite bzw. dem Durchmesser B_E ausgebildet ist, in radialer Richtung des Reifens auszurichten.

Die als Antenne dienende Spule 2 sowie die weiteren Elektronikkomponenten, die in Fig. 4a nur beispielhaft mit der allgemeinen Bezugsziffer 4 bezeichnet sind, können im Kunststoff des Körpers 17 eingegossen werden.

Das Funktionsprinzip des zweiten Ausführungsbeispiels geht aus Fig. 5 deutlich hervor und es ist ersichtlich, daß Biegemomente auf den Körper 17 zu Druck- bzw. Zugkräften führen, die auf das piezoelektrische Element 1 wirken.

Bei jeder Reifenumdrehung wird vom piezoelektrischen Element ein pulsartiges Signal erzeugt, das als Grundlage der Umdrehungszählung dient. Zur Registrierung, Auswertung und Speicherung dieser Information ist der hier nicht näher dargestellte Ausgang des piezoelektrischen Elements 1 mit dem integrierten Schaltkreis 4 verbunden, der auf der Trägerkeramik 3 angeordnet ist und eine Spannungsversorgungseinheit 41, eine Zählereinheit 42, eine Steuereinheit 43, eine Speichereinheit 44 und eine Ausgabereinheit 45 aufweist.

Jede Reifenumdrehung wird in der Zählereinheit 42 des integrierten Schaltkreises 4 registriert. Eine Elektrode (ein Ausgang) des piezoelektrischen Elements 1 ist mit der Zählereinheit 42 verbunden, die an ihrem Ausgang ein Zählregister zur weiteren Verarbeitung bereitstellt. Bei einem Stillstand des Fahrzeugs wird die Energiezufuhr durch das piezoelektrische Element 1 beendet und der momentane Zählwert in einem EEPROM-Speicher der Speichereinheit 44 abgespeichert. Bei Inbetriebnahme des Fahrzeugs, also einer beginnenden Raddrehung wird der im EEPROM-Speicher abgespeicherte, aktuelle Wert in die Zählereinheit 42 geladen und die Umdrehungszählung fortgesetzt. Mittels der Steuereinheit 43 wird die maximale Anzahl der Datenänderungen in den EEPROM-Speicherzähler reduziert und eine automatische Fehlerkorrektur durchgeführt.

Mittels des Pulsdetektors 42a wird jede vom piezoelektrischen Element 1 erzeugte negative oder positive Flanke als Signal für eine Reifenumdrehung detektiert. Der vorzugsweise als Binärzähler ausgebildete Zähler 42c übermittelt seinen Zählerstand bei einem Stillstand des Reifens 11 an die Speichereinheit 44 und wird von dieser bei Wiederaufnahme der Reifendrehung mit dem dort abgespeicherten Wert vorgeladen. Zur Vermeidung von Datenverlusten in Phasen sehr langsamer Reifenumdrehung wird beim Unterschreiten eines bestimmten Schwellwertes der Versorgungsspannung vom Spannungspegeldetektor 43a ein Signal generiert, durch das die Speichereinheit 44 zur Übernahme des momentanen Zählerstands veranlaßt wird.

Durch die Schreib-Lese-Logik 44a wird die aufgrund der Rotation der Zählerstellen des Binärzählers 42c codierte Reifenumdrehungsinformation beim Starten bzw. Stoppen der Reifenumdrehung zwischen der Codier-/Decodier-Einheit 43c und der Speicherzeleleneinheit 44b transferiert. Um die Zuverlässigkeit des Systems zu erhöhen, wird die Speicherzeleleneinheit 44b in Gruppen mit einer bestimmten Zahl an EEPROM-Speicherzellen unterteilt.

Bei der Datenübertragung wird die abgespeicherte Information mittels der Ausgabeeinheit 45, der Transponderelektronik 51 und der Transponderspule 52 nach außen übertragen und kann beispielsweise mittels eines hier nicht näher dargestellten Handelsgeräts, das ein induktives Wechselfeld zur Energieversorgung bereitstellt, ausgelesen werden. Der Kondensator 53 dient als Resonanzkondensator zur Abstimmung auf die Übertragungsfrequenz.

Um die Umdrehungsinformation nach außen zu übertragen wird als Ausgabeeinheit 45 ein digitales Transponder-Interface verwendet. Da beim Auslesen das piezoelektrische Element 1 keine eigene Energie liefert, müssen alle zum Auslesen benötigten Systemkomponenten von einem externen Transponder 50 mittels eines induktiven Wechselfeldes mit Spannung versorgt werden. Die Transponderelektronik 51 kann ebenfalls im Schaltkreis 4 integriert sein. Während der Umdrehungszählung wird das Transponder-Interface 45 abgeschaltet um Leistung zu sparen.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Ermitteln und Aufaddieren der Umdrehungen eines Reifens, insbesondere eine Kraftfahrzeugreifens, im wesentlichen bestehend aus einem piezoelektrischen Element (1) als Sensor für die Reifenumdrehung, einem damit in Wirkverbindung stehenden, mindestens eine Zähleinheit (42), eine Steuereinheit (43) und eine Speichereinheit (44) aufweisenden Schaltkreis (4); wobei das piezoelektrische Element (1) in Kraftaufnahmerichtung zwei sich gegenüberliegende Verlängerungen (5, 6; 15, 16) aufweist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Verlängerungen (5, 6) als Arme ausgebildet sind.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Verlängerungsarme (5, 6) an ihren vom Piezoelement (1) wegweisenden Enden in Richtung der Trägerkeramik (3) gebogen auslaufen.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Verlängerungsarme (5, 6) aus Blech bestehen.

5. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Verlängerungen (15, 16) von einem Körper (17) gebildet werden, in den das piezoelektrische Element (1) eingelegt ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Körper (17) einen trapezförmigen Querschnitt aufweist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Verlängerungen (15, 16) jeweils einen Keil bilden und das piezoelektrische Element (1) im Körper (17) mit den stumpfen Seiten der Keile schwebend befestigt ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Breite (B_K) des Körpers (17) größer ist als die Breite (B_E) des piezoelektrischen Elementes (1).

9. Reifen gekennzeichnet durch eine in seinem Inneren in der unmittelbaren Nähe des Wendepunktes zwischen Wulst (12) und Seitenwand (11) angeordnete Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche.

10. Reifen nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung mit dem Reifen verklebt oder in diesen einvulkanisiert ist.

11. Reifen nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Verlängerungen (5, 6; 15, 16) des piezoelektrischen Elements (1) der Reifenkontur im Bereich der Befestigungsstelle angepaßt sind.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

FIG. 1

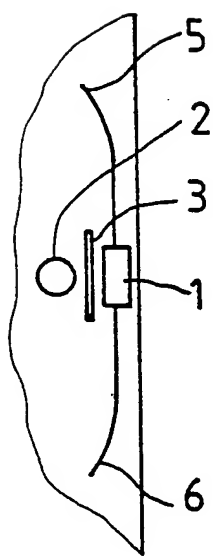


FIG. 1a

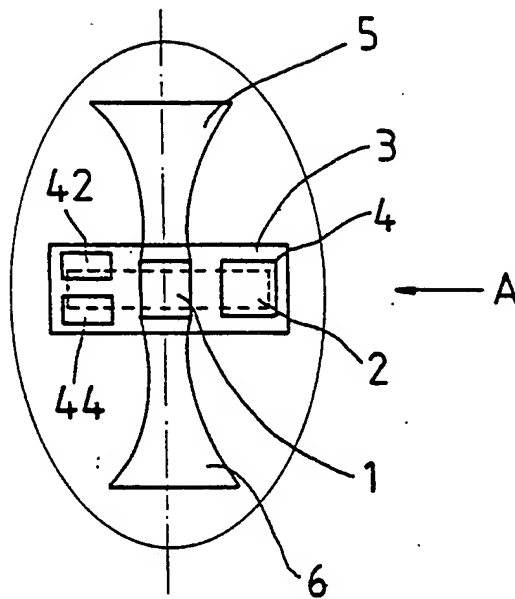
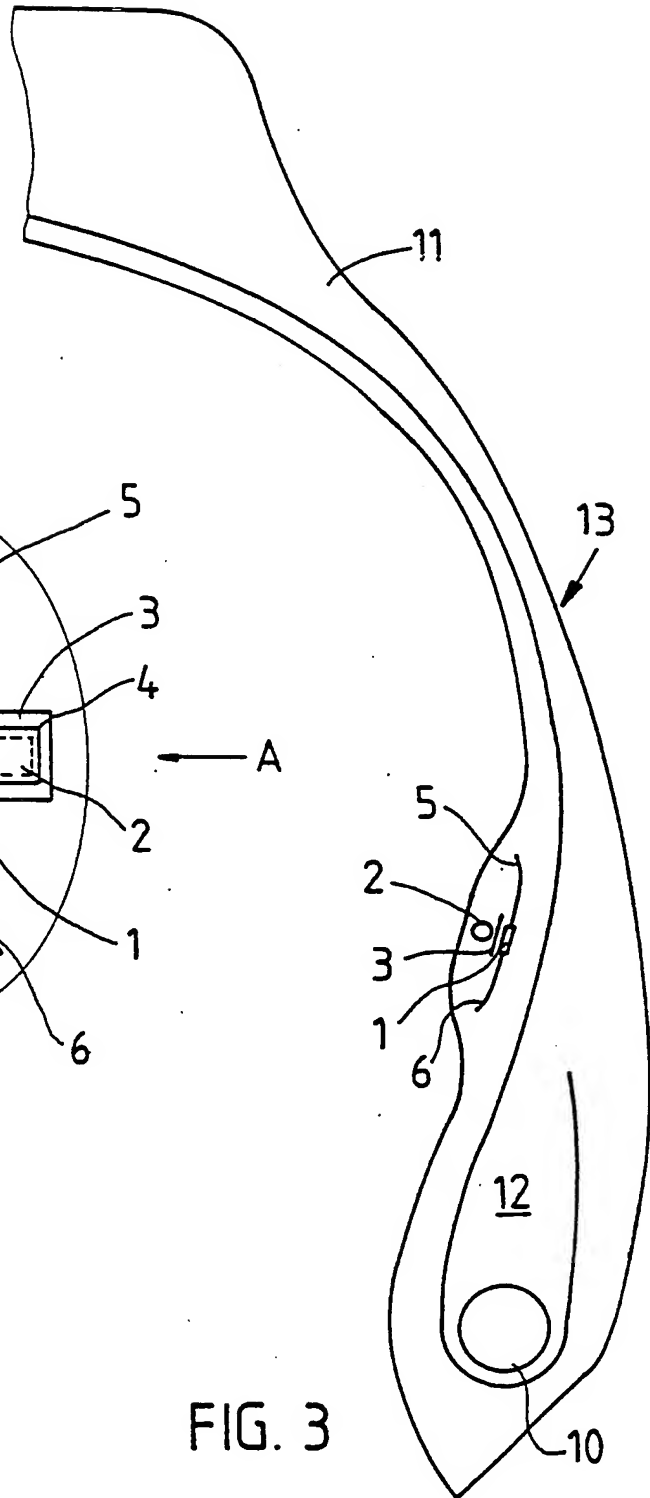


FIG. 3



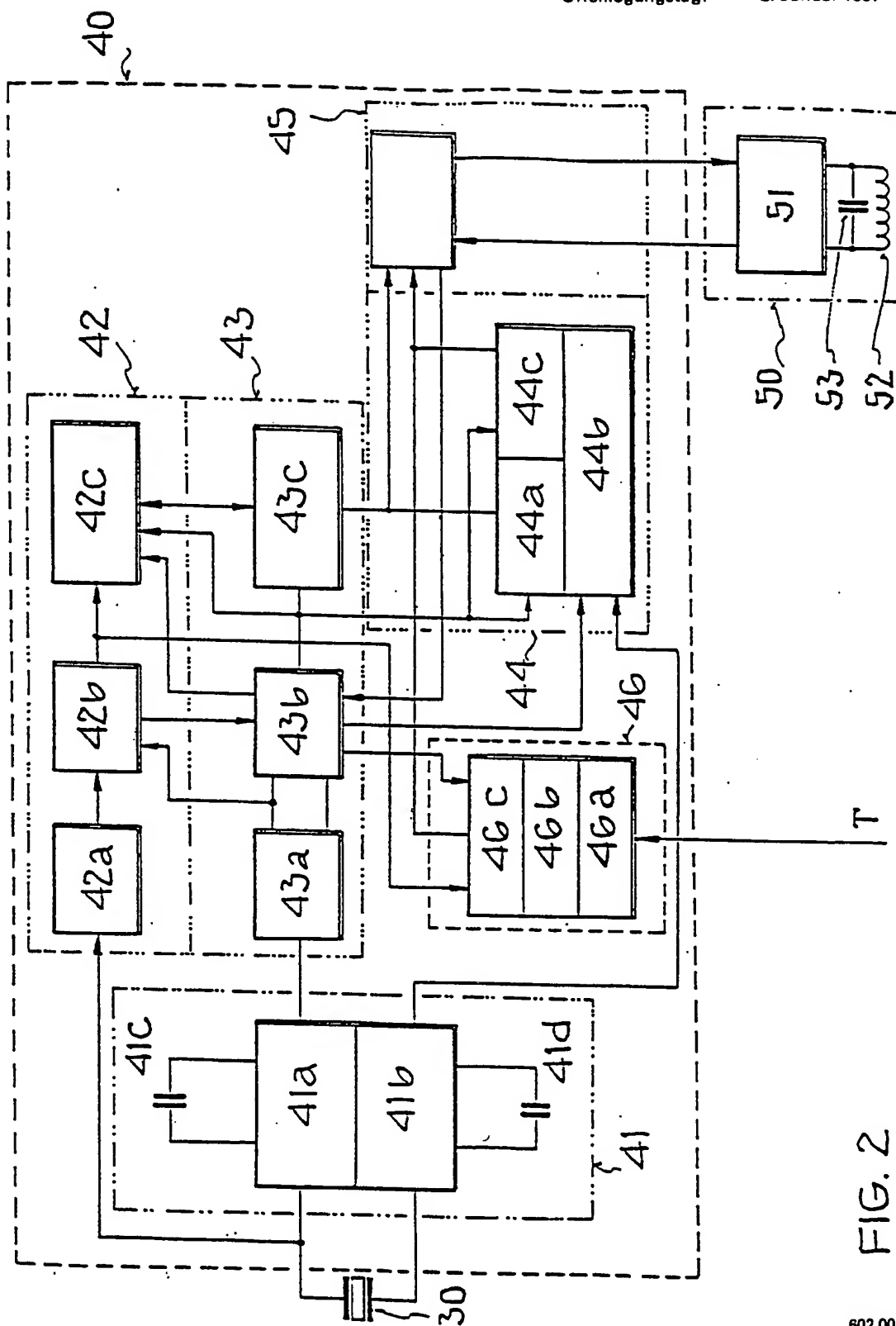


FIG. 2

FIG. 4

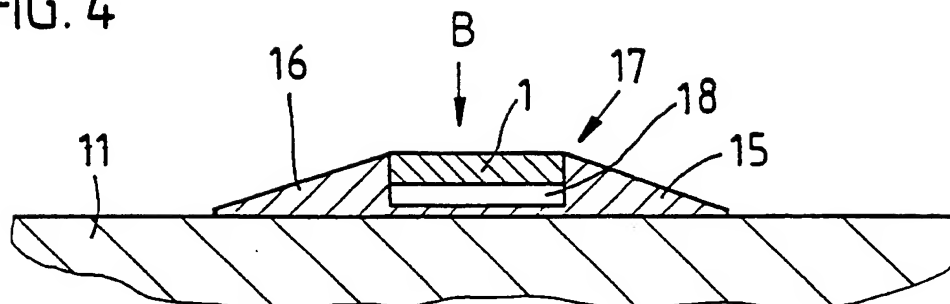


FIG. 4a

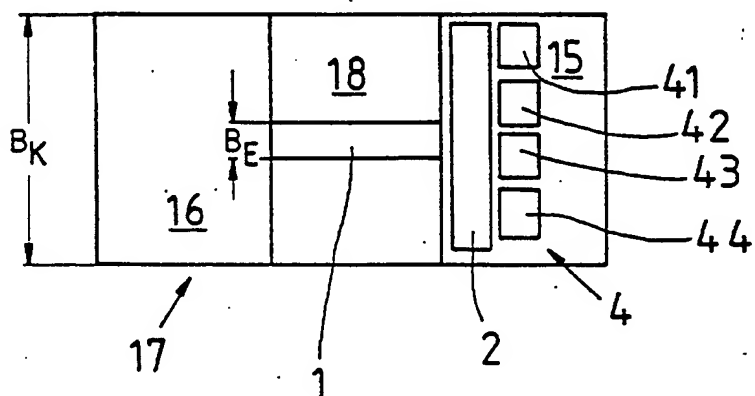


FIG. 5

